

CLIPPEDIMAGE= JP406328204A

PAT-NO: JP406328204A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06328204 A

TITLE: COOLING ROLL FOR CONTINUOUSLY CASTING THIN CAST SLAB
AND METHOD FOR
CONTINUOUS CASTING AND CONTINUOUSLY CAST SLAB

PUBN-DATE: November 29, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

MIZUCHI, ISAO

TANAKA, SHIGENORI

YAMADA, MAMORU

YAMAMOTO, KEIICHI

SASAKI, KUNIMASA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NIPPON STEEL CORP

N/A

mitsubishi heavy ind ltd

N/A

APPL-NO: JP05120054

APPL-DATE: May 21, 1993

INT-CL (IPC): B22D011/06;B22D011/10

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent the surface crack on a strip product from a thin cast slab with a synchronous type continuous casting apparatus of twin roll system, etc., and the remain of projecting transfer mark from the recessed parts machined on the peripheral surface of cooling roll and the generation of the unevenness of luster at the same time.

CONSTITUTION: The recessed parts 9 having 100-300 μ m diameter and 100-500 μ m depth are formed on the peripheral surface 8 of the cooling roll at 15-50% area ratio. Further, the recessed parts 9 having 400-1000 μ m

diameter, 10-100 μ m depth and 45-75 $^{\circ}$ angle θ ; formed between the perpendicular line S to the tangent line of the cooling roll and the recessed side surface (t) are formed at 40-60% area ratio. In the atmosphere of the gas absorbed into molten metal or the mixed gas of the gas absorbed into the molten metal and inert gas non-absorbed into the molten metal (e.g. argon), the casting is executed.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 許出願公開番号

特開平6-328204

(43) 公開日 平成6年(1994)11月29日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 D 11/06	3 3 0 B	7362-4E		
11/10	3 6 0 Z	7362-4E		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平5-120054

(22) 出願日 平成5年(1993)5月21日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 水地 功

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

(72) 発明者 田中 重典

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵株式会社光製鐵所内

(74) 代理人 弁理士 宇井 正一 (外4名)

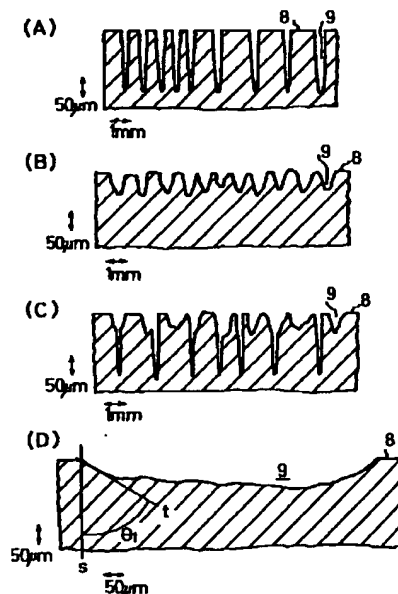
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄肉鋳片連続鋳造用冷却ドラムおよび連続鋳造方法および連続鋳造鋳片

(57) 【要約】

【目的】 双ドラム方式等の同期式連続鋳造装置による薄肉鋳片から製造された薄板製品の表面割れと、冷却ドラム周面に加工した窪みの凸状転写痕の残存及び光沢むらの発生を同時に防止することを目的とする。

【構成】 冷却ドラム周面に直径100～300 μ m、深さ100～500 μ mの窪みを15～50%の面積率で形成し、更に直径400～1000 μ m、深さ10～100 μ m、冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度が45°～75°の窪みを40～60%の面積率で形成し、溶湯に吸収されるガス(たとえばN₂ガス)あるいは、溶湯に吸収されるガスと溶湯に吸収されない不活性ガス(たとえばArガス)との混合ガス雰囲気下で鋳造する。



8...ドラム表面
9...窪み
t...窪みの側面
S...冷却ドラム接線に対し垂直な線
Q₁...冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軸を水平にし、互いに平行に設置され、且つ逆方向に回転する一対の冷却ドラムの両端面にサイド堰を圧着して形成された湯溜り部に溶湯を注入し、前記冷却ドラムの間隙に対応する厚さの薄肉鋳片を連続鋳造する装置において、前記冷却ドラムの周面に直径100～300 μ m、深さ100～500 μ mの窪みが15～50%の面積率で形成されていると共に、直径400～1000 μ m、深さ10～100 μ m、前記冷却ドラム周面の接線に対し垂直な線と窪みの側面とのなす角度が45°～75°の窪みが40～60%の面積率で形成されていることを特徴とする薄肉鋳片連続鋳造用冷却ドラム。

【請求項2】 請求項1に記載の薄肉鋳片連続鋳造用冷却ドラムを使用した連続鋳造において、溶湯に可溶なガスあるいは、溶湯に可溶なガス及び溶湯に非可溶な不活性ガスとの混合ガスの雰囲気下で鋳造することを特徴とする薄肉鋳片の鋳造方法。

【請求項3】 厚さが1～7mmの鋳片で、該鋳片の表面には高さが100 μ m以下の凸転写が40～60%の面積率で形成されていることを特徴とする薄肉連続鋳造鋳片。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は双ドラム方式等の同期式連続鋳造方法および装置に関し、特に、該装置で使用される冷却ドラムの周面形状、および該装置を使用した鋳造方法、さらには該装置によって鋳造された薄肉鋳片に関する。

【0002】

【従来の技術】ホットストリップと同等かあるいはそれに近い厚さの鋳片を連続鋳造によって製造する同期式連続鋳造プロセスとして、たとえば、双ドラム方式の連続鋳造装置は図1に示すように、軸を水平にし、互いに接近して平行に設置され、且つ逆方向に回転する一対の冷却ドラム2、2の両端面にサイド堰7、7（手前側は図示せず）が圧着されて構成されており、これら冷却ドラム2とサイド堰7とで形成された湯溜り部3にタンディッシュ1から溶湯を注入することにより、溶湯は冷却ドラム2との接触部で凝固シェルを形成し、凝固シェルはキッキングポイント4で圧着されて薄肉鋳片5を形成するが、薄肉鋳片5の板厚は1～7mm程度と薄いため、凝固シェルの形成状態により、その表面性状が著しく影響を受け、凝固シェル厚の不均一などにより鋳片表面に割れなどの欠陥が生じることがある。

【0003】かかる問題点を解決するために、冷却ドラム周面に多数の窪みを設けることが特開昭60-184449号公報に開示されている。この窪みによって冷却ドラムと凝固シェルとの間に断熱層となるガスギャップを形成し、冷却ドラムの放熱量を小さくして溶湯の緩慢

な冷却を行い、凝固シェル厚を板幅方向で均一にしようとするものである。

【0004】更に、薄肉鋳片の表面割れを効率的に防止するために、前記冷却ドラム周面における窪みの形状や窪みの大きさまたは窪みの分布などを規定した技術が特開平1-83340号公報、特開平1-83342号公報および、特開平3-110044号公報などに開示されており、また特願平4-646661号公報によって出願されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来のかかる技術ではいずれも冷却ドラムの全周面に所定の範囲の直径や深さの窪みを1または2種類設けることにより鋳片の表面割れを防止している。しかしながら、冷却ドラムの全周面に窪みを設けても、鋳造雰囲気が大気では、図1に示す湯溜り部3の表面が酸化し、その酸化物が巻き込まれて割れが発生する。また、鋳造雰囲気が溶湯に非可溶な不活性ガス（たとえばArガス）の場合では、熱膨張した窪み内のガスによって冷却ドラムの窪みが鋳片に凸転写（凸状の突起を鋳片表面に形成することをいう。）されないため、凸転写の周縁部から凝固を開始させるという凝固開始点の制御ができず、割れを完全には防止できない。

【0006】逆に表面割れを防止できる程度の深さの窪みを持つ冷却ドラムを用い、溶湯に可溶なガス（たとえばN₂ガス）雰囲気下で鋳造した鋳片表面には、窪み深さに近い高さの凸転写が形成され、転写高さが大きくなると、冷延後に転写痕となって表面に残存したり、転写の有無に対応した組織むらに起因して光沢むらが発生するなど、薄板製品表面に悪影響を及ぼす。本発明は、かかる薄板製品の欠陥である表面割れおよび窪みの転写痕の残存や組織むらに起因した光沢むらを同時に防止することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、冷却ドラムの周面に小径で深い窪みと大径で浅い窪みを設けることを特徴とするもので、その具体的構成は前記冷却ドラムの周面に直径100～300 μ m、深さ100～500 μ mの窪みが15～50%の面積率で形成されていると共に、直径400～1000 μ m、深さ10～100 μ m、前記冷却ドラムの周面の接線に対し垂直な線と窪みの側面とのなす角度が45°～75°の窪みが40～60%の面積率で形成されていることを特徴とするものである。

【0008】また、前記冷却ドラムを使用した連続鋳造において、溶湯に可溶なガスあるいは、溶湯に可溶なガス及び溶湯に非可溶な不活性ガスとの混合ガスの雰囲気下で鋳造することを特徴とするものである。さらに薄肉連続鋳造鋳片は、厚さが1～7mmでその鋳片表面には高さが100 μ m以下の凸転写が40～60%の面積率で

形成されていることを特徴とするものである。

【0009】

【作用】本発明者は薄肉鋳片および冷延後の薄板製品の表面性状と冷却ドラムの窪みとの関係を種々研究した結果、表面割れ防止のためには、①冷却ドラムと凝固シェルとの間にガスギャップを形成させ、凝固シェルの緩冷却させること、②鋳片に窪みの凸転写10(図2)を形成させることによって、凸転写の周縁部11から凝固を開始させ、且つ凝固を鋳片幅方向で均一にすることが必要であるとの知見を得た。一方、冷延後の薄板製品の表面性状の点からは、③凸転写が高すぎると、この凸転写が冷延後も薄板製品表面に転写痕として残存したり、凸転写有無に起因した光沢むらが発生したりして、表面不良となるため、凸転写高さは低くする必要があることの知見も得た。

【0010】上記①のガスギャップ形成の作用を得るために必要な窪みの深さは、100 μ m～500 μ mである。100 μ m未満では緩冷却効果が不足して割れが発生し、500 μ mを超えると逆に緩冷却効果が大きくなりすぎるため鋳片板厚が小さくなり生産性が悪くなるなど実用的でない。

【0011】上記②の鋳片の凝固を凸転写の周縁部から開始させる作用を得るためには、鑄造雰囲気として、溶湯に可溶なガス(たとえば N_2 ガス)あるいは、溶湯に可溶なガスと溶湯に非可溶な不活性ガス(たとえばArガス)との混合ガスの雰囲気下で鑄造することが必要である。混合ガスの場合、該混合ガスに占める溶湯に可溶なガスの割合は20%以上必要である。鑄造雰囲気が大気では、図1に示す湯溜り部3の表面が酸化し、その酸化物が巻き込まれて割れが発生する。また、鑄造雰囲気が溶湯に非可溶な不活性ガスの場合、あるいは溶湯に可溶なガスと溶湯に非可溶な不活性ガスとの混合ガスで溶湯に吸収されるガス比が20%未満の場合は、冷却ドラムの窪み内の不活性ガスの熱膨張により冷却ドラムの窪みが鋳片に凸転写されないため、凸転写の周縁部から凝固を開始させるという凝固開始点の制御ができず、割れを完全には防止できない。上記②の作用を得る窪みの条件としては、直径400 μ m～1000 μ mの窪みが必要である。直径300 μ m以下では溶湯の表面張力のため、溶湯に可溶なガス(たとえば N_2 ガス)雰囲気でも薄肉鋳片に凸転写は形成されず表面割れが発生する。直径300～400 μ mでは凸転写は形成されるものの鋳片幅方向で安定して形成されないため②の作用が得られない。また1000 μ mを超える直径では、凝固を開始させる凸転写が大きくなりすぎ、凝固を鋳片幅方向で均一にする効果が減少してくるため、割れが発生しやすくなる。

【0012】上記③の薄板製品に転写痕を残存させない作用を得るためには、窪みの直径を300 μ m以下にして薄肉鋳片に凸転写を形成させないか、窪みの深さを1

00 μ m以下にして形成される凸転写の高さを100 μ m以下にする必要がある。

【0013】上記3つの作用を1種類の窪みで得ることは不可能であり、本発明では、上記①および③の作用を得る窪みとして、直径100～300 μ m、深さ100～500 μ mの窪み(Aパターン)とし、上記②および③の作用を得る窪みとして、直径400～1000 μ m、深さ10～100 μ mの窪み(Bパターン)とすることが必要である。ここで、Aパターンの窪みの直径は100 μ m未満でも①および③の作用を得ることは可能であるが、直径に対し深さが深くなりすぎるために、窪みを安定して加工することが困難になる。また、Bパターンの窪みの深さは10 μ m未満でも②および③の作用を得ることは可能であるが、鑄造の進行にともないドラム表面に付着する汚れ(溶鋼の酸化物や溶鋼からの蒸着物)、やドラム表面の磨耗により長時間の鑄造に対して安定せず実用的でない。

【0014】そこで、冷却ドラムの周面に、冷却ドラムと凝固シェルとの間にガスギャップを形成させ、凝固シェルの緩冷却効果のみを得るために、直径100～300 μ m、深さ100～500 μ mの窪みを15～50%の面積率で設け(Aパターン)、さらに、これに加えて凸転写痕が薄板製品に存在しない転写高さが100 μ m以下の凸転写を鋳片表面に形成させ、且つ凝固開始点の制御を行うために、直径400～1000 μ m、深さ10～100 μ mの図2に示すドラム接線に対し垂直な線sと窪み側面tとのなす角度 $\theta_1 = 45 \sim 75^\circ$ の窪みを40～60%の面積率で設けた(Bパターン)、冷却ドラムを使用して板厚1～7mm、板幅800mmのSUS304ステンレス鋼の薄肉鋳片を製造したところ、薄板製品の表面品質を大きく改善することができた。

【0015】ここで、Bパターンの窪みにより形成される凸転写の形状は、球面的一部分に近似しており、図2に示す様に窪みの直径dとドラム接触線に対し垂直な線sと窪み側面tとのなす角度 θ_1 および溶鋼と窪み側面との接触角度 θ_2 によって決まり、凸転写の球面部とドラム接触線とのなす角度 θ_3 は、

$$\theta_3 = 90^\circ - \theta_1 - \theta_2$$

と近似している。なお、溶鋼と窪み側面との接触角度 θ_2 は、鋼種、ドラム表面材質によって異なるが $5^\circ \sim 10^\circ$ 程度である。

【0016】また、凸転写の球面部とドラム接触線とのなす角度 θ_3 が 40° よりも大きくなると、凸転写の高さに関係なく冷延時に凸転写部分が倒れやすくなり、冷延後も転写痕が表面に残存しやすくなる。安定して転写痕の発生を防ぐには、凸転写の球面部とドラム接触線とのなす角度 θ_3 を 40° 以下、つまり θ_2 が $5^\circ \sim 10^\circ$ であるからドラム接触線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度 θ_1 を 45° 以上にする必要がある。また、ドラム接触線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度 θ

10

20

30

40

50

1 が75°以上では、窪み周縁部がなめらかすぎるため、窪み周縁部からの凝固開始が安定しておらず、割れが発生しやすくなる。

【0017】各窪みの面積率については、Bパターンは鋳片幅方向均一に凝固を開始させるために冷却ドラム幅方向の隙間を小さくして数多くの窪みを設けることから40～60%が必要となる。これに対しAパターンは緩冷却目的であるのでBパターンほどの数は必要としない。そのため15～50%の面積率で十分である。逆にAパターンの窪みをこれ以上の面積率で冷却ドラムに設ける場合は、窪みを2個以上接続させないで確実に設ける事が難しくなり、結果として2個以上の窪みが接続して、直径の大きな、深い窪みができてしまう虞れが大きくなる。

【0018】なお、Aパターンの窪み加工には、小径で*

*深い窪みを互いに接続することなく形成する必要があるところより、レーザー加工が最適であるが、その他フォトリソ加工、電子ビーム加工、プラズマ加工等が好ましい。また、Bパターン窪みの加工は、Aパターンよりも大径で浅い窪みを高面積率で、かつ肩部角度 θ_1 を大きく加工することのできる、ショットブラスト加工が最適であり、投射圧力、投射時間、ショット粒径、ショット粒硬度等を調節して行うことが好ましい。

【0019】

10 【実施例】表1に示す成分からなるオーステナイト系ステンレス鋼を図1に示す双ドラム式連続鋳造機により板厚3mmの帯状薄肉鋳片5に鋳造し、冷間圧延して板厚0.5mmの薄板製品を製造した。

【表1】

溶鋼成分 (wt%)							
C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	Cu	N
0.029	0.44	0.85	8.20	18.0	0.01	0.01	0.023
∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫	∫
0.063	0.62	1.10	9.36	18.6	0.31	0.37	0.042

上記鋳片5を鋳造するに際し、幅800mm、直径1200mmの冷却ドラム2、2の周面を表2の条件で加工した。なお、表2において、窪みAパターンはレーザーで、窪みBパターンはショットブラストで加工したものである。本発明例においては、窪みAパターンを加工後※

※にBパターンを加工したが、加工順序は窪みBパターンを加工後にAパターンを加工しても効果に差は認められない。

【表2】

No	窪み形状						製造 雰囲気	割れ発生	鑄片 凸転写 高さ (μm)	冷延 後転写 残り	鑄片 組織むら	冷延 後光 沢むら	区 分
	Aパターン			Bパターン									
	直径 (μm)	深さ (μm)	面積 率(%)	直径 (μm)	深さ (μm)	面積 率(%)							
1	290	300	40	—	—	—	N_2	有	無	無	無	無	比較例
2	500	300	40	—	—	—	N_2	無	200	有	有	有	比較例
3	—	—	—	200	40	50	N_2	有	無	無	無	無	比較例
4	—	—	—	800	50	50	N_2	有	45	無	軽微	無	比較例
5	290	300	40	200	40	50	N_2	有	無	無	無	無	比較例
6	500	300	40	900	60	50	N_2	無	200	有	有	有	比較例
7	100	500	35	800	50	50	N_2	無	45	無	軽微	無	比較例
8	100	500	35	800	50	50	$\text{N}_2 + \text{Ar}^{****}$	無	40	無	軽微	無	本発明例
9	290	300	40	800	50	50	N_2	無	45	無	軽微	無	本発明例
10	290	300	40	800	60	50	$\text{N}_2 + \text{Ar}^{****}$	無	40	無	軽微	無	本発明例
11	100	500	35	800	50	50	Ar^*	有	無	無	無	無	比較例
12	290	300	40	500	60	50	Ar^*	有	無	無	無	無	比較例
13	100	500	35	800	50	50	N_2	無	47	有	軽微	無	比較例
14	100	500	35	800	20	50	N_2	有	5	無	軽微	無	比較例
15	100	500	35	500	60	50	大気*	有	不安定	無	有	有	比較例
16	290	300	40	800	50	50	大気*	有	不安定	無	有	有	比較例

*) 本発明をはずれたもの

**) 角度: ドラム接触線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度 θ_1 の平均値

***) 直径、深さ: 加工した窪みの平均値

****) 混合ガス比は、 $\text{N}_2 : \text{Ar} = 1 : 1$ の水準

また、図3に表2の各条件で加工された冷却ドラムの断面を示す。これは、冷却ドラム周面よりレプリカを採取し、そのレプリカをもとに2次元の粗さ計を用いて測定したものである。(A)はNo1の例、(B)はNo2の例、(C)はNo9の例を示す。(C)は(A)の窪み加工後に(B)の窪みを加工したものである。また(D)は(B)の窪み1個を拡大して示したもので、これにより θ_1 が測定できる。

【0020】最終的に得られた薄板製品の表面品質は下*50

*記の通りであった。

No.1, 5の場合 : Bパターンの窪みがないか、または直径が小さいので鑄片に凸転写が無く、凝固開始点制御が不可能なため割れが発生し、表面品質は不良。

No.2, 6の場合 : Aパターンの直径が大きいため鑄片に凸転写が有り、凝固開始点制御は可能。さらに窪み深さも深く、緩冷却効果も充分得られるため、割れ発生は無い。しかし凸転写高さが高すぎるため、冷間圧延後も凸転写痕が残存し、表面品質は不良。

No. 3の場合 : Aパターンの窪みがなく、Bパターンの直径が小さいので凝固開始点制御が不可能で、緩冷却効果も不足しているため割れが発生し、表面品質は不良。

No. 4の場合 : Bパターンの窪みのみなので、鋳片に凸転写が有り、凝固開始点制御は可能であるが、窪み深さが小さいため、緩冷却効果が不足しており割れが発生し、表面品質は不良。

No. 7, 8, 9, 10 の場合: 鋳片に軽微な凸転写が有り、凝固開始点制御は可能。さらに窪み深さも深く、緩冷却効果も充分得られるため、割れ発生は無い。また凸転写高さが低いので、冷間圧延後に凸転写痕は残存せず、組織むらもごく軽微で冷延後製品には光沢むらは発生せず、表面品質は良好。

No. 11, 12の場合 : 鋳造雰囲気はArのため、鋳片に凸転写が無く、凝固開始点制御が不可能なため割れが発生し、表面品質は不良。

No. 13の場合 : 鋳片に軽微な凸転写が有り、凝固開始点制御は可能。さらに窪み深さも深く、緩冷却効果も充分得られるため、割れ発生は無い。また凸転写高さは低いが、ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度 $\theta_1 = 20^\circ$ と小さいため、凸転写の側面部とドラム接触線とのなす角度 θ_3 が約 63° と大きくなって、凸転写の高さに関係なく冷延時に凸転写部分が倒れやすくなり、冷延後も転写痕が表面に残存する部分が見られ、表面品質は不良。

No. 14の場合 : ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度 $\theta_1 = 80^\circ$ と大きいので、凝固開始点制御が安定せず、鋳片に割れが発生し、表面品質は不良。

No. 15, 16 の場合: 鋳造雰囲気が大気のため、図1に示す湯溜り部3の表面が酸化されて、発生する酸化物の巻き込みに起因した割れが発生し、表面品質は不良。なお、上述の凸転写痕残り・光沢むらは薄肉鋳片を冷間圧延及び酸洗焼鈍後に肉眼観察により判定し、組織むらは鋳片表面を研磨・エッチング後顕微鏡観察により判定した。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、連続鋳造した製品厚さに近い厚さの薄帯状鋳片を冷間圧延して薄板製品を製造するに際し、該薄板製品のもっとも大きい表面欠陥である表面割れを防止し、従来割れ防止のために犠牲にしていた冷間圧延後に残存する凸転写痕・光沢むらをも同時に改善したものであるから、その工業的效果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の冷却ドラムを組み込んだ双ドラム式連続鋳造機を示す正面図である。

【図2】冷却ドラムの周面に形成した窪みおよび鋳片凸転写の断面図である。

【図3】冷却ドラムの周面に形成した窪みの代表例で(A)、(B)は比較例で、それぞれ実施例No.2、No.3の断面図を、(C)は本発明の実施例 No.8 の断面図である。

【符号の説明】

1…タンディッシュ

2…冷却ドラム

3…湯溜り部

4…キッシングポイント

5…薄肉鋳片

6…ピンチロール

7…サイド堰

8…ドラム表面

9…窪み

10…鋳片の凸転写部

11…凸転写の周縁部

h…鋳片の凸転写高さ

30 d…窪み直径

θ_1 …冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度

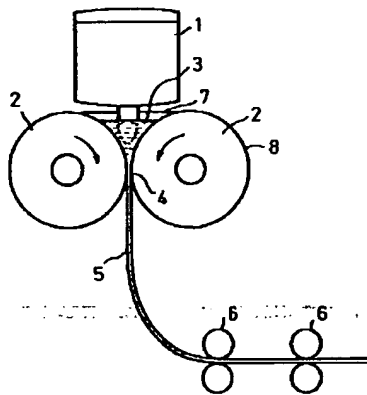
θ_2 …溶鋼表面(鋳片凸転写部)と窪み側面との接触角度

θ_3 …凸転写の側面部とドラム接触線とのなす角度

t…窪み側面

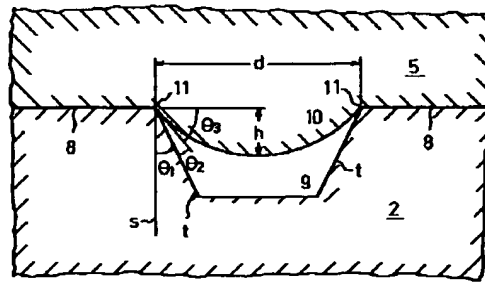
s…冷却ドラム接線に対し垂直な線

【図1】



- 1…タンディッシュ
2…冷却ドラム
3…過剰部
4…キッキングポイント
5…薄肉銅片
6…ピンチロール
7…サイド電

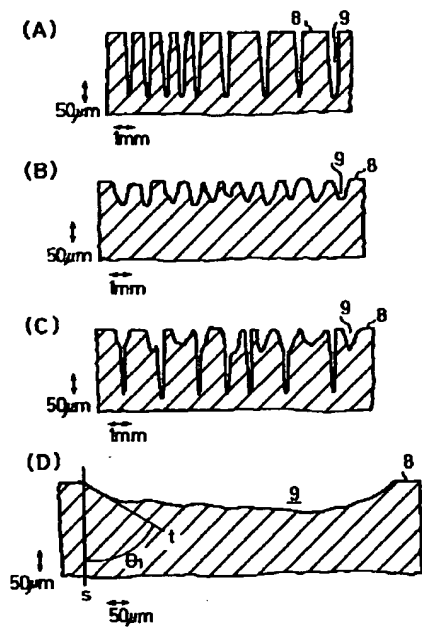
【図2】



- 2…冷却ドラム
5…薄肉銅片
8…ドラム表面
9…窪み
10…銅片の凸転写部
11…凸転写部の肩縁部
h…銅片の凸転写高さ
d…窪みの直径

- Q₁…冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度
Q₂…溶融表面（銅片凸転写部）と窪み側面との接触角度
Q₃…凸転写の側面部とドラム接線とのなす角度
t…窪みの側面
S…冷却ドラム接線に対し垂直な線

【図3】



- 8…ドラム表面
9…窪み
t…窪みの側面
S…冷却ドラム接線に対し垂直な線
Q₁…冷却ドラム接線に対し垂直な線と窪み側面とのなす角度

フロントページの続き

(72)発明者 山田 衛
山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵
株式会社光製鐵所内

(72)発明者 山本 恵一
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島研究所内

(72)発明者 佐々木 邦政
広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
三菱重工業株式会社広島製作所内